

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

PAT-NO: JP406097601A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 06097601 A  
TITLE: OPTICAL SEMICONDUCTOR ELEMENT  
PUBN-DATE: April 8, 1994

INVENTOR-INFORMATION:

NAME  
KAMEDA, TOSHIHIRO  
MORI, HIROSHI  
TSUCHIYA, TOSHIO  
NAGAI, HARUO

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME COUNTRY.  
ANRITSU CORP N/A

APPL-NO: JP04271038  
APPL-DATE: September 14, 1992

INT-CL (IPC): H01S003/18, H01L027/15  
US-CL-CURRENT: 372/43

ABSTRACT:

PURPOSE: To improve the absolute amount of refractive index change of a waveguide of an optical semiconductor element, without increasing the spectrum line width of light propagating in the waveguide, ~~by heating at least a part of the waveguide~~, and thermally isolating the element part which is not heated from the heated part of the waveguide.

CONSTITUTION: A metal resistor as a heating element 70 is arranged on a phase control region 2 of a 3-electrode variable wavelength DBR laser and on the electrode of a DBR region 3. The temperature of the passive waveguide is changed by the heat generated by the metal resistor, and causes the change of refractive index, so that the oscillation wavelength changes. By arranging the metal resistor at a position sufficiently distant from an active region 1, the temperature rise of the active layer is restrained, and the reaction is prevented. By applying electric power to the metal resistor, the wavelength can be shifted 10nm or more to the longer wavelength side. When the horizontal distance between the metal resistor and the active layer 1 is about 50nm, the thermal flow into the active layer can be sufficiently restrained, and oscillation characteristics are not damaged.

COPYRIGHT: (C)1994,JPO&Japio

(19)日本国特許庁(J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-97601

(43)公開日 平成6年(1994)4月8日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 1 S 3/18

H 0 1 L 27/15

8834-4M

審査請求 未請求 請求項の数1(全 6 頁)

(21)出願番号 特願平4-271038

(22)出願日 平成4年(1992)9月14日

(71)出願人 000000572

アンリツ株式会社

東京都港区南麻布5丁目10番27号

(72)発明者 亀田 俊弘

東京都港区南麻布五丁目10番27号 アンリ

ツ株式会社内

(72)発明者 森 浩

東京都港区南麻布五丁目10番27号 アンリ

ツ株式会社内

(72)発明者 土屋 富志夫

東京都港区南麻布五丁目10番27号 アンリ

ツ株式会社内

(74)代理人 弁理士 小池 龍太郎

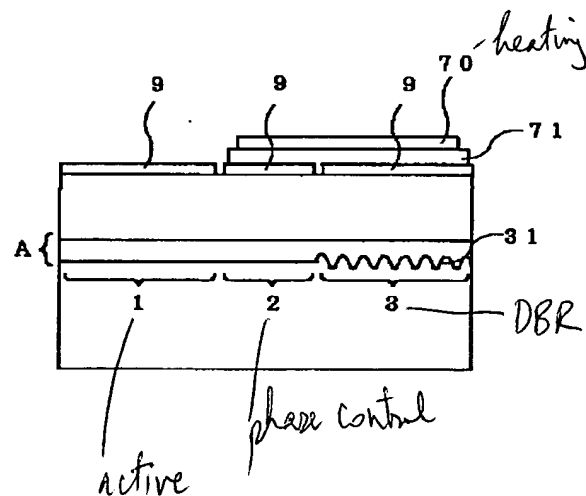
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 半導体光素子

(57)【要約】

【目的】スペクトル線幅の劣化を伴わず導波路の屈折率の絶対量を大きくすることができる半導体光素子を提供することを目的とする。

【構成】活性層と活性層と光結合された導波路とからなる半導体光素子において、導波路の一部を加熱し、加熱された導波路部分と加熱されていない素子の部分を熱的に遮断する構成を採用した。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 活性層と、活性層と光結合された導波路とからなる半導体光素子において、前記導波路の少なくとも一部を加熱する加熱手段と、前記加熱手段によって加熱された導波路部分と加熱されていない素子の部分とを熱的に遮断する手段とを有する半導体光素子。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、導波路の屈折率変化の絶対量を大きくする手段を備えた半導体光素子に関する。

## 【0002】

【従来の技術】遠距離間の伝達を要する情報の量は近年ますます多量化し、それに対処すべく情報伝達的手段として光を周波数として扱ったコヒーレント光伝送方式が開発されつつあり、その方式の一つとして光ヘテロダイン方式が有望視されている。この方式によれば送信側の信号光と受信側の局発光を同調させた時に得られる干渉信号を情報信号として取り扱うため、一本のファイバ上で周波数の異なった複数の信号光を同時に送信することができる。これを実現するには使用する光源の性能が重要になってくる。要求される光源の性能としては、狭い周波数帯により多くの信号光をのせるためスペクトル線幅がより狭いこと、広帯域で波長を任意に変化させられることが求められる。

【0003】以上の目的を達成するため、以下の素子が考えられている。

〔DBRレーザ〕まず、図7に断面図を示す、単一波長にてレーザ発振し波長を可変できる半導体光素子として多電極構造を有する分布ブラッグ反射型レーザ（以下、DBRレーザという。）がある。DBRレーザは電流を注入して利得を得る活性領域1と、内部定在波の次数を制御する位相制御領域2と、ブラッグ反射を生じさせて単一波長を選択する回折格子31を有するDBR領域3とで構成される。この構造は、活性領域1のみならず、位相制御領域2とDBR領域3にも電極9から電流を注入するため、導波路Aの屈折率をプラズマ効果によって変化させ、発振波長を制御可能にしている。

【0004】〔方向性結合器型マルチDBRレーザ〕次に、図8に上に述べたDBRレーザを改良し方向性結合器を複数の導波路間に設けた、いわゆるマルチDBRレーザの上面図を示す。それぞれピッチが異なった回折格子31、32を有する複数のグレーティング導波路B、Cを、方向性結合器33によって光結合させた構造になっている。活性層11からの光は、複数のグレーティング導波路の中から方向性結合器33によって選択された一つのグレーティング導波路へ遷移して回折格子によりブラッグ反射を受けて帰還され、レーザ発振に至る。よって方向性結合器33の一つの導波路の屈折率を変化さ

せ活性層11からの光が遷移するグレーティング導波路を任意に選択することで、回折格子で決するブラッグ波長へシフトさせることが可能となる。この場合、グレーティング導波路B、Cの屈折率を変える方法としては、従来電流注入によるプラズマ効果を利用することが行われている。

【0005】〔RORレーザ〕次に、ROR (resonant optical reflector) レーザが挙げられる。RORレーザは活性層11を有する活性導波路Dと、それに光結合器34を介して光結合された共振器をもつ共振導波路Eとから構成されている。活性層11に電流を注入して発光させると、その光は光結合器34を経て共振導波路Eへ遷移して共振を起す。特にこの共振導波路Eの両端には互いに回折格子31のピッチの揃った2つの分布ブラッグ反射器が構成されているため、光は線幅の狭いスペクトルを持った単一波長で共振する。ここで共振した狭スペクトル光は光結合器34を経て活性層11に帰還しレーザ発振を生ずる。さらに、モノリシックRORレーザは活性導波路Dと、回折格子31を備えた共振導波路Eとを同一基板上に形成したものである（特開平2-66985号公報）。図9に上面図を示すこのモノリシックRORレーザは集積化により小型化され、両端に活性層11を有する活性導波路Dと両端に回折格子31を有する共振導波路Eとの光結合効率をより向上した。この場合も波長を変化させるためには、DBR領域3上に電極を設けて電流を注入し、プラズマ効果によって共振導波路Eの屈折率を変化させるという方法を取る。

【0006】〔方向性結合型のDFBレーザ〕さらに、図10に上面図を示すのは方向性結合型のDFBレーザの例である。活性層11を有する活性導波路Fには回折格子を設けず、活性領域1の導波路とお互いに側部で光結合した導波路Gの一つにのみ回折格子31を設けた方向性結合型DFBレーザも考えられる（特願平3-360069号）。この構造は活性領域1に回折格子を持たないので、従来のDFB構造より狭い出射パターン光を出射できるという特徴を有する。この構造においても、回折格子31を有する導波路Gに電流を注入し、導波路の屈折率を変化させ、波長を制御している。

【0007】〔外部共振器型レーザ〕その他、図11に上面図を示すように外部共振器型の波長可変半導体レーザも従来広く利用されている。これは、半導体素子の外部に回折格子31を備えたもので、活性領域1から出射され位相制御領域2を通過した光を無反射コート15を施した一方の端面から放出して、外部に設けられた回折格子31により波長を選択したあと再び素子に帰還させ、レーザ光として発振させる。この方式では、端面に有限の反射が残るという問題によって生じるレーザ内部の定在波モードの影響により選択不可能な波長領域が存在する。この問題を解決するため、位相制御領域2に電

3

流を注入することで導波路の屈折率を変化させ、内部モードの波長を変化させることによって、選択不可能な波長領域を解消している。またこれにより、位相連続のまま波長を変化させることも可能となる。

【0008】DBRレーザ、方向性結合器型のマルチDBRレーザ、RORレーザ、方向性結合器型のDFBレーザ、及び外部共振器型レーザにおいては導波路の屈折率の変化により波長を変化させている点が共通である。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】上に述べた半導体光素子においては、導波路の屈折率を変化させる方法として、導波路の上に設けられた電極から電流を注入し、プラズマ効果を起こさせる方法が一般的である。この方法によりDBRレーザにおいて数mW以上の光出力で数nm以上の波長を変化させることが可能となったが、波長可変幅は最大10nm程度が限界であるとされ、さらに電流注入時にはキャリア密度の揺らぎによるスペクトル線幅の劣化をも招いてしまうという問題があった。すなわち、導波路を伝播する光のスペクトル線幅の増大を起すことなく、半導体光素子の導波路の屈折率変化の絶対量をより大きくできる手段を得ることが本発明の解決すべき課題である。

【0010】

【課題を解決するための手段】この課題を解決するため、本発明では、活性層と活性層と光結合された導波路とからなる半導体光素子において、導波路の少なくとも一部を加熱し、加熱された導波路部分と加熱されていない素子の部分とを熱的に遮断した。

【0011】

【作用】本発明で重要な点は、導波路の屈折率を加熱により変化させる場合に活性領域を熱的に遮断していることである。以下、作用を説明する。加熱手段である金属抵抗の発熱量と導波路温度の関係は、数値解析によって知ることができ、一例として有限要素法を用いて、DBRレーザに関してこれらの関係を計算した結果を図6に示す。モデルは幅400 $\mu$ m、厚さ100 $\mu$ m、長さ1050 $\mu$ mのInPと、その中央部表面から2 $\mu$ mの深さにある幅1.5 $\mu$ m厚さ0.15 $\mu$ mのInGaAsP活性層（活性領域）またはガイド層（受動領域）、InP表面に形成された厚さ0.2 $\mu$ mのAu電極、その上部に厚さ0.5 $\mu$ mのSiO<sub>2</sub>、さらに最上部の幅15 $\mu$ mのAu薄膜抵抗とからなっている。Au薄膜抵抗は位相制御領域中の導波路とDBR領域中の導波路を独立に加熱できるような構造になっており、それぞれをH-PC、H-DBRと表す。この素子全体はSiCのサブマウント上に固定されており、SiCの底面がヒートシンクによって常に25℃に保たれおり、さらに空気中への熱の放出はないものと仮定する。H-PCに0.2W、H-DBRに0.5から3Wの電力を与えたときの活性層および受動導波路の温度分布をプロットしたのが

4

図6である。熱伝導率はInPが0.7W/cm $\cdot$ deg、Auが3.2W/cm $\cdot$ deg、SiO<sub>2</sub>が0.014W/cm $\cdot$ deg、SiCが2.7W/cm $\cdot$ degとした。この図より明らかに、受動導波路の温度を数10℃まで加熱しても、活性層には熱の影響が及んでいないことがわかる。

【0012】加熱手段であるヒータの位置は、加熱しない領域までの距離を十分に考慮に入れて決定する必要があるが、これは加熱手段70のヒータのパターンと基板の厚さをパラメータとした量になる。一般には、基板が厚いほど熱の拡散が生じ易く、加熱手段たるヒータと非加熱領域との間隔は大きく取る必要がある。この間隔が十分に取れない場合には、基板に溝を形成したり、樹脂などの断熱材料を挿入するなどの方法を取る。

【0013】

【実施例】（DBRレーザについて）図1は断面図を示したものはDBRレーザにおいて本発明を実施した例である。その構造は従来技術における3電極波長可変DBRレーザの位相制御領域2およびDBR領域3（以下両者を一括して受動領域とし、受動領域中の導波路を受動導波路と呼ぶ）の電極上にSiO<sub>2</sub>の絶縁膜71を介して加熱手段70である金属抵抗を取付けたものである。この金属抵抗の発する熱によって受動導波路の温度は変化し、これが屈折率の変化を生んで発振波長が変化する。また、金属抵抗を活性領域1から十分に離れた位置に取付けることによって活性層温度の上昇を抑え、発振しきい値の上昇、効率の低下、素子寿命の短縮などの反作用が生じないようにする。導波路Aの温度が1℃上昇すれば発振波長が約1オングストローム長波長側へシフトすることが知られており、有限要素法による計算結果から、加熱手段70である金属抵抗に電力を与えることで波長を10nm以上長波側へ変化させられる上、加熱手段70である金属抵抗と活性領域1との水平距離が50 $\mu$ m程度あれば十分に活性層11への熱の流入を押さえてレーザの発振特性を損わずに済むことがわかった。実際に作製した1.55 $\mu$ m帯素子においても、11nmの波長変化時でも発振電流しきい値は20mA台の前半にとどまっており、熱の遮断が確認された。温度による波長制御の方法は、プラズマ効果による制御の際に生じるようなキャリア密度の揺らぎによるスペクトル線幅の増大を防ぎ、且つより広い可変幅を確保できることから、コヒーレント光伝送において大きな利点となる。

【0014】（方向性結合器型マルチDBRレーザ）図2に断面図を示すのは、方向性結合器型のマルチDBRレーザに加熱手段70を加えた例である。導波路の端に活性層11と回折格子31とを有するグレーティング導波路Cと、その回折格子31とはピッチの異なる回折格子を含むグレーティング導波路Bとを有し、これらの導波路の一部が方向性結合器33として機能するように形成されている。活性層11から発光した光はこれら二つ

の導波路のいずれかを利用して共振器の一部として発振するかを選択するための方向性結合器33の屈折率制御手段として、加熱手段70である金属抵抗を方向性結合器33の直上部に、それぞれの導波路を独立に加熱するように形成する。本実施例では、グレーティング導波路Bの側を加熱する。従来方式の電流注入による屈折率制御と違い、加熱手段70による制御はより大きな屈折率変化を生み、光の導波路から導波路への遷移が完全に行われるために必要な結合長は従来より短くなり、効率が向上する。また結合器部分でのキャリアのゆらぎによる線幅の増大も防ぐことができる。これによって、回折格子を一つしか備えないDBRレーザと比べて、スペクトル線幅の増大なくして波長可変幅が2倍に拡大する。

【0015】(RORレーザについて)図3に示す上面図によりRORレーザに本発明を加えた例を説明する。活性層11を有する活性導波路Dと、二つの回折格子31を有する共振導波路Eとを、光結合器34を介して互いに光結合するような位置に形成し、活性導波路Dは発光に必要な電流を流すための電極を、共振導波路Eには波長制御用注入電流のための電極をそれぞれ付属させる(本実施例では図示せず。)。波長制御は光結合器34中に電流を注入することによって可能であるが、本発明の実施においては共振導波路E上に加熱手段70として金属抵抗を絶縁膜71を介して形成することで、温度による波長変化を行う。特にこの素子においては共振導波路Eの構造から極めて狭いスペクトル線幅が期待できるため、本発明の効果である温度変化を利用した狭スペクトル線幅を維持しながらの広帯域な波長可変特性は大きな有用性を持っている。

【0016】(方向性結合器型DFBレーザについて)図4に上面図を示すものは活性層11を有する活性導波路Fと、回折格子31を有する導波路Gとが互いに光結合するように形成されている方向性結合器型DFBレーザに本発明を適用した例である。活性導波路Fに電流を注入することで発光した光は、導波路G内にも電磁界分布を持ち、その導波路に含まれる回折格子31によって波長が選択され、単一縦モードレーザとして機能する。この素子においては受動導波路に注入される電流によって素子全体の等価屈折率が変化して波長制御が行われるが、さらに受動導波路直上部に絶縁膜71を介して加熱手段70として金属抵抗を形成することで屈折率変化の絶対量は2倍以上に拡大され、狭スペクトル線幅を維持しながら広い波長可変幅を得ることができる。

【0017】(外部共振器型レーザについて)外部共振器型レーザに本発明を加えた例を図5に示す断面図で説明する。位相制御領域2の屈折率を変化させるために、従来の電流注入方式に加え加熱手段70として金属抵抗を絶縁膜71を介して位相制御領域2中の導波路の近傍に形成する。これによってスペクトル線幅の増大を起こ

すことなく選択不可能な波長領域を解消することができる上、位相連続可変幅も従来型の2倍以上に拡大される。

【0018】

【本発明の効果】活性層以外の導波路の一部を加熱し、屈折率を変化させ、素子の残部を熱的に遮断したので、導波路の屈折率の変化の絶対量が大きくなった。その結果、上に述べた半導体光素子ではそれぞれ、以下のような効果が得られた。・波長可変幅が拡大された。・キャリア密度の揺らぎが発生しないため、電流注入方式で生じるスペクトル線幅の増大の問題を解消した。・複数導波路間の光の遷移に関して、完全遷移に必要な結合長を短くできた。・発光素子に関しては活性層への熱の流入を遮断したため、発振電流しきい値や素子寿命などの劣下を防ぐこともできる。

【0019】

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例を示す断面図。

【図2】本発明の第2の実施例を示す上面図。

【図3】本発明の第3の実施例を示す上面図。

【図4】本発明の第4の実施例を示す上面図。

【図5】本発明の第5の実施例を示す上面図。

【図6】加熱手段たる金属抵抗の発熱量と導波路の温度との関係を示す図。

【図7】従来の技術を示した断面図。

【図8】従来の技術を示した上面図。

【図9】従来の技術を示した上面図。

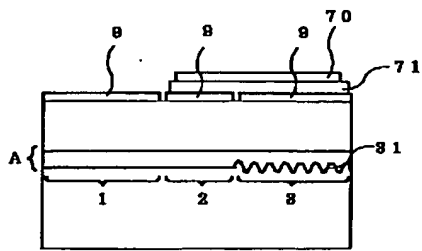
【図10】従来の技術を示した上面図。

【図11】従来の技術を示した上面図。

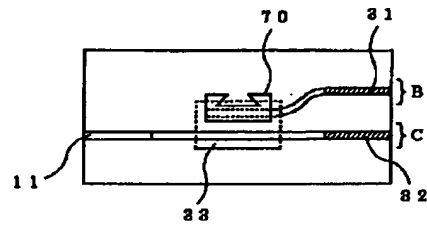
【符号の説明】

- 1 活性領域
- 2 位相制御領域
- 3 DBR領域
- 9 電極
- 11 活性層
- 31 回折格子
- 32 回折格子
- 33 方向性結合器
- 34 光結合器
- 70 加熱手段
- 71 絶縁膜
- A 導波路
- B グレーティング導波路
- C グレーティング導波路
- D 活性導波路
- E 共振導波路
- F 活性導波路
- G 導波路。

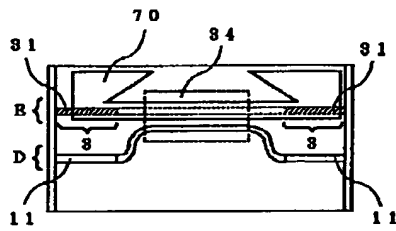
【図1】



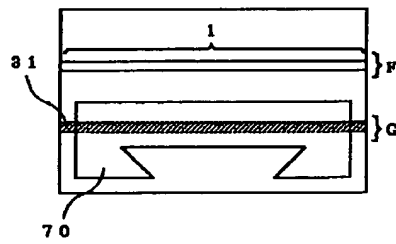
【図2】



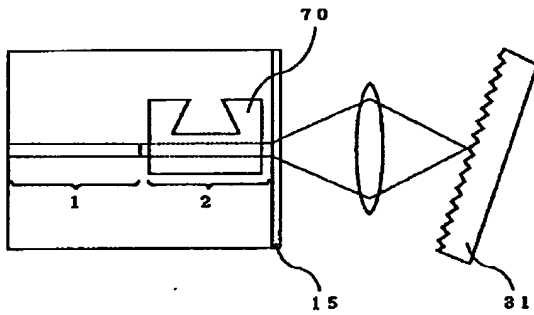
【図3】



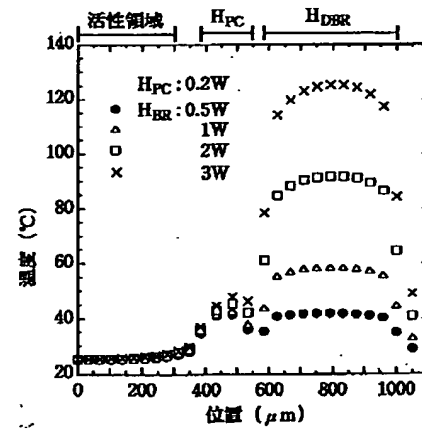
【図4】



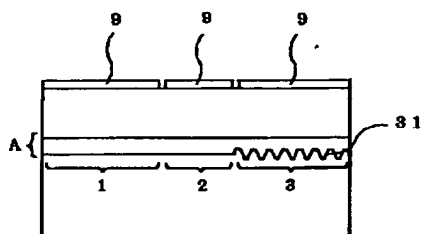
【図5】



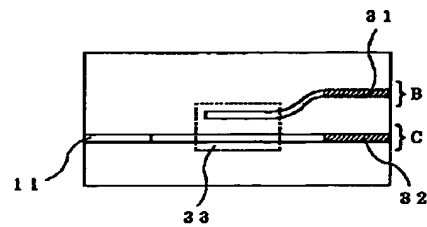
【図6】



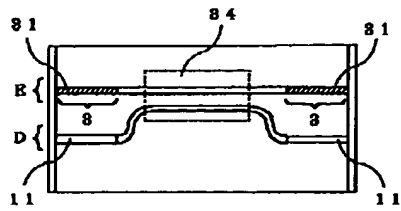
【図7】



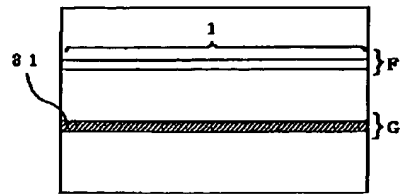
【図8】



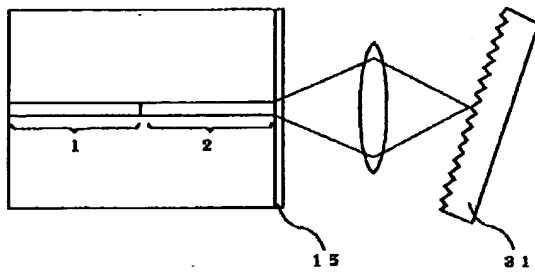
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(72)発明者 永井 治男  
東京都港区南麻布五丁目10番27号 アンリ  
ツ株式会社内